

TUGAS AKHIR

**PENENTUAN TEGANGAN, BEBAN *NOZZLE* POMPA DAN
KEBOCORAN *FLANGE* DENGAN
SOFTWARE CAESAR II VERSI 5.00 DISUATU *BASE OIL PROJECT*
PADA JALUR PIPA OB-89830/OB-89833/OB-89834/OB-89835-117-1
(STUDI KASUS PADA PELATIHAN *PIPE STRESS ANALISYS*
DI PT. APGREID, JAKARTA)**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk
Mencapai Drajat Strata-1 Teknik**



DISUSUN OLEH :

BARON COBERTIN
20110130151

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2013**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PENENTUAN TEGANGAN, BEBAN *NOZZLE* POMPA DAN
KEBOCORAN *FLANGE* DENGAN
SOFTWARE CAESAR II VERSI 5.00 DISUATU *BASE OIL PROJECT*
PADA JALUR PIPA OB-89830/OB-89833/OB-89834/OB-89835-117-1
(STUDI KASUS PADA PELATIHAN *PIPE STRESS ANALISYS*
DI PT. APGREID, JAKARTA)**

Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

BARON COBERTIN
2011 0130 151

Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji
Pada Tanggal 18 Maret 2013

Susunan Tim Penguji :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Tito Hadji Agung S., S.T., M.T.
NIK. 123054

Muh. Budi Nur Rahman, S.T.
NIP. 19790523 20051 1 001

Penguji

Ir. Sudarja, M.T
NIK. 123050

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Teknik pada tanggal April 2013

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T
NIK. 123022

PERSEMBAHAN

*Dengan Mengucap Alhamdulillah Serta Sujud Pada Illahi,
Saya
Persembahkan Karya Ini Kepada:*

*ALLAH SWT
Tujuan Hidupku*

➤ *Ayahanda Surahmad, S.Pd. Dan Ibunda Suwarti, S.Pd
Kedua Orang Tuaku
Yang Selalu Mengucurkan Keringat Dan Do'anya Atas
Kesabaran,
Cinta Dan Kasih Sayangnya. Inilah Anakmu, Dengan
Sekelumit Aktivitas Perjuangan.*

➤ *Kakanda dan Adinda Anjar Rudi Admoko, S.H Dan
Vini Putri Rahmawati Yang Telah Bisa Mengerti
Kesibukan saya Sehingga Bisa Menyelesaikan Laporan
Proyek Akhir Ini.
Sungguh Kebersamaan Ini Akan Semakin Terjalin. Inilah
Kakakmu, Yang Juga Tengah Mencari Jalan Hidup.*

➤ *Teman-Teman Teknik Mesin Yang Selalu Membantu
Dalam Proses Penulisan Laporan Proyek Akhir Ini.*

➤ *Almamaterku Tercinta
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

*Dimana Tempatku Belajar Dan Menimbah ilmu.
Sungguh Proses Yang Amat Berharga. Inilah Saya, Dengan
Hasil Sementara Jauh Dari Kata Sempurna.*

MESIN SOLIDARITY FOREVER

M_O_T_T_O

*Kala Tertegun, Jatuh Terpuruk, Atau Lemah Terbaring,
Begitu Juga Saat Riuh Tawa, Sorak Kemenangan, Atau Kuat
Bertahan Maka Akan Aku Ingat:*

*“Karena Sesungguhnya Sesudah Kesulitan Itu
Ada Kemudahan”*

(Q.S. ALAM NASYRAH 94 : 5)

*“Hendaklah Ia Menjadi Seorang Yang Pemalu Dalam Segala
Keadaan, Namun Sifat Pemalunya Ini Jangan Sampai
Menghalanginya Untuk Berani Dalam Kebenaran”
(Fathi Yakan)*

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunia yang dilimpahkan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “ *Penentuan tegangan, beban nozzle pompa dan kebocoran flange dengan Software caesar II versi 5.00 disuatu base oil project pada jalur pipa OB-89830/OB-89833/OB-89834/OB-89835-117-1(studi kasus pada pelatihan pipe stress analisis di PT. Apgreid, jakarta)*”.

Laporan Tugas Akhir ini sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi Jurusan Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, penulis menghaturkan ucapan terima-kasih kepada:

1. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Tito Hadji Agung Santosa, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Muh. Budi Nur Rahman, S.T.selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak Ir. Sudarja, M.T selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
5. Staf dan Dosen jurusan Teknik Mesin UMY semuanya yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
6. Semua pihak yang telah membantu terlaksana dan terselesaikannya laporan ini yang tidak tersebut namanya di sini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun.

Penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat khususnya bagi kita civitas akademika dan umumnya bagi pembaca semua, Amin. Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Maret 2013

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iii |
| HALAMAN MOTTO | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| NOTASI | xvi |
| INTISARI | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan masalah | 2 |
| 1.3. Batasan masalah | 3 |
| 1.4. Tujuan penelitian | 3 |
| 1.5. Manfaat penelitian | 3 |
| 1.6. Metode penelitian | 4 |
| BAB II DASAR TEORI | |
| 2.1. Analisis tegangan | 5 |
| 2.2. Tegangan normal | 8 |
| 2.2.1. Gaya tarik | 8 |
| 2.2.2. Momen lentur | 9 |
| 2.3. Tegangan geser | 10 |
| 2.3.1. Gaya geser | 10 |
| 2.3.2. Momen puntir | 10 |
| 2.4. Kode standar desain pipa | 12 |
| 2.5. Tahap-tahap dalam perancangan analisis tegangan pipa | 13 |
| 2.6. Faktor-faktor yang menyebabkan tegangan dalam pipa | 14 |

| | |
|---|----|
| 2.6.1. Beban panas (<i>Thermal</i>) | 14 |
| 2.6.2. Beban berat..... | 15 |
| 2.6.3. Tekanan internal..... | 15 |
| 2.6.4. Tegangan longitudinal atau aksial..... | 16 |
| 2.6.5. Tegangan transversal..... | 17 |
| 2.7. Elemen tegangan-regangan & lingkaran mohr..... | 17 |
| 2.8. Teori tegangan normal maksimum..... | 19 |
| 2.9. Teori tegangan geser maksimum (<i>TRESCA</i>)..... | 20 |
| 2.10. Teori energi distorsi maksimum (<i>Von Mises</i>) | 20 |
| 2.11. Kelelahan metal (<i>fatigue</i>) | 21 |
| 2.12. Tegangan primer dan tegangan sekunder..... | 22 |
| 2.13. Beban <i>occasional</i> (<i>Teknik Kuasi Statik</i>) | 24 |
| 2.14. Beban <i>random</i> | 25 |
| 2.14.1. Beban angin | 25 |
| 2.14.2. Beban gempa..... | 27 |
| 2.15. Beban kejut..... | 28 |
| 2.15.1. Beban <i>relief valve</i> | 28 |
| 2.15.2. Beban karena <i>water</i> atau <i>fluid hammer</i> | 29 |
| 2.16. Persamaan tegangan Kode ASME / ANSI B31.1 | 29 |
| 2.16.1. Tegangan karena beban tetap (<i>Sustained Load</i>) | 29 |
| 2.16.2. Tegangan karena beban <i>occasional</i> (<i>Occasional Load</i>)..... | 29 |
| 2.16.3. Tegangan karena beban ekspansi (<i>Expansion Load</i>)..... | 30 |
| 2.17. Persamaan tegangan Kode ASME / ANSI B31.3 | 30 |
| 2.17.1. Tegangan karena beban tetap (<i>Sustained Load</i>) | 30 |
| 2.17.2. Tegangan karena beban <i>occasional</i> (<i>Occasional Load</i>)..... | 31 |
| 2.17.3. Tegangan karena beban ekspansi (<i>Expansion Load</i>)..... | 31 |
| 2.18. Metode analisis <i>check</i> kebocoran..... | 31 |
| 2.18.1. <i>Flange</i> | 31 |
| 2.18.2. <i>Gasket</i> | 35 |
| 2.19. Pembatasan tegangan perpipaan menurut <i>Caesar II</i> | 36 |
| 2.20. Pompa | 37 |

| | |
|---|----|
| 2.21. Analisa statik | 38 |
| BAB III SISTEM PERPIPAAN | |
| 3.1. Perpipaan (<i>Piping</i>) | 40 |
| 3.1.1. Pipa tanpa sambungan (<i>Seamless steel pipe</i>)..... | 41 |
| 3.1.2. Pipa dengan sambungan las (<i>Welded steel pipe</i>)..... | 41 |
| 3.1.3. Material Pipa..... | 41 |
| 3.1.4. Standarisasi pipa..... | 42 |
| 3.1.5. Industrial material | 43 |
| 3.1.6. NPS (nominal pipe size), diameter, schedule, dan ukuran tebal pipa..... | 46 |
| 3.2. Penentuan <i>rating</i> pipa | 51 |
| 3.2.1 <i>Fitting</i> | 51 |
| 3.2.2. Penentuan <i>rating</i> /kelas <i>fitting</i> jenis sambungan ujung (<i>Butt- Welding</i>) | 52 |
| 3.2.3. Penentuan <i>rating</i> /kelas <i>fitting</i> jenis <i>socket-welded</i> dan <i>threaded</i> | 53 |
| 3.2.4. Penentuan <i>rating</i> /kelas <i>fitting</i> jenis <i>flange</i> | 56 |
| 3.3. <i>Washer</i> | 59 |
| 3.4. Gasket | 59 |
| 3.5. Katup (<i>Valve</i>) | 64 |
| 3.5.1. Bagian-bagian katup | 64 |
| 3.5.2. Mekanisme katup | 64 |
| 3.5.3. Penentuan <i>Rating</i> /Kelas <i>Fitting</i> Jenis katup | 65 |
| 3.6. Penyangga pipa (<i>pipe support</i>)..... | 66 |
| 3.6.1. Pembebanan <i>static</i> | 67 |
| 3.6.2. Penyangga struktur | 67 |
| 3.6.3. Penyangga kaki bebek (<i>Duck Support</i>)..... | 67 |
| 3.6.4. Penyangga bentuk siku - siku (<i>Bracket Support</i>)..... | 68 |
| 3.6.5. Penyangga pembaringan pipa (<i>Pipe Sleeper</i>) | 68 |
| 3.6.6. Penyangga gantung (<i>Pipe Hanger</i>)..... | 69 |
| 3.6.7. Jenis penyangga pipa lain | 70 |

| | | |
|--|--|----|
| 3.7. | <i>P & ID</i> | 72 |
| 3.8. | Isometrik | 74 |
| BAB IV SOFTWARE COADE CAESAR II | | |
| 4.1 | Penjelasan <i>Software Caesar II</i> | 77 |
| | 4.1.1. <i>Complete</i> (lengkap) | 77 |
| | 4.1.2. <i>Flexible</i> | 77 |
| | 4.1.3. Mudah untuk digunakan | 77 |
| | 4.1.4. Pembuktian | 77 |
| | 4.1.5. Penerimaan <i>universal</i> | 78 |
| 4.2. | Kemampuan - kemampuan <i>CAESAR II</i> | 78 |
| | 4.2.1. Sistem pemodelan | 78 |
| | 4.2.2. Analisis statis | 78 |
| | 4.2.3. Analisis dinamis | 79 |
| | 4.2.4. <i>Output</i> | 80 |
| | 4.2.5. Standard dan code analisis | 80 |
| 4.3. | Pemodelan | 81 |
| | 4.3.1. <i>New file</i> | 82 |
| | 4.3.2. <i>Make unit files</i> | 82 |
| | 4.3.3. <i>Input piping</i> | 83 |
| | 4.3.4. Aplikasi khusus | 84 |
| 4.4. | <i>Static Analysis</i> | 88 |
| | 4.4.1. <i>Static</i> dan <i>Dynamic Load</i> | 88 |
| | 4.4.2. <i>Load case</i> | 88 |
| | 4.4.3. <i>Error checking</i> | 89 |
| | 4.4.4. <i>Static output processor</i> | 90 |
| | 4.4.5. <i>Static output reports</i> | 90 |
| BAB V METODOLOGI | | |
| 5.1. | Diagram alir | 92 |
| 5.2. | Persiapan pendisainan | 94 |
| | 5.2.1. Penggunaan <i>software</i> dan alat bantu lainnya | 94 |
| | 5.2.2. <i>Standard and codes</i> yang digunakan | 94 |

| | |
|---|-----|
| 5.3. Data | 96 |
| BAB VI PEMBAHASAN DAN HASIL | |
| 6.1. Data-data pemodelan desain | 107 |
| 6.1.1. Gambar isometrik | 108 |
| 6.2. Unit konversi | 110 |
| 6.3. Pembuatan model dan pemberian beban-beban | 111 |
| 6.4. Visualisasi pemodelan desain | 113 |
| 6.5. Load case | 114 |
| 6.6. Analisis | 115 |
| 6.6.1. Analisis tegangan pipa sebelum modifikasi..... | 115 |
| 6.7. Modifikasi desain | 117 |
| 6.7.1. Analisis tegangan pipa setelah modifikasi..... | 118 |
| 6.8. Analisis Beban Pada <i>Nozzle</i> Pompa..... | 120 |
| 6.8.1. Beban <i>Nozzle</i> menurut API 610..... | 120 |
| 6.8.2. Beban <i>Nozzle</i> menurut <i>vendor pump</i> | 122 |
| 6.9. Analisis Kebocoran <i>flange</i> | 124 |
| BAB VII PENUTUP | |
| 7.1. Kesimpulan | 129 |
| 7.2. Saran | 130 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR TABEL

| | | Halaman |
|-------------|--|---------|
| Tabel 2.1. | Coeffisien beta pada <i>static loads</i> | 34 |
| Tabel 2.2. | Coeffisien beta pada <i>static loads and dinamic loads</i> | 35 |
| Tabel 3.1. | Material perpipaan dan aplikasinya..... | 44 |
| Tabel 3.2. | Material perpipaan yang umum digunakan | 45 |
| Tabel 3.3. | Tabel pipa | 47 |
| Tabel 3.4. | Ketebalan dinding (untuk alat penyambung dan pipa)..... | 48 |
| Tabel 3.5. | Konversi metrik | 49 |
| Tabel. 3.6. | Dimensi pipa baja | 50 |
| Tabel. 3.7. | Hubungan sambungan <i>socket-welded</i> dan <i>threaded</i> | 53 |
| Tabel 3.8. | ASME B16.5 (Tabel 1A)..... | 58 |
| Tabel 3.9. | ASME B16.5 (2-1.1) | 59 |
| Tabel 3.10. | Pemilihan material gasket..... | 61 |
| Tabel 3.11. | Pemilihan gasket..... | 62 |
| Tabel 3.12. | Aplikasi gasket | 63 |
| Tabel 3.13 | ASME B16.34 (tabel 1 grup 2)..... | 65 |
| Tabel 3.14 | ASME B16.34 (tabel 2-2.4)..... | 66 |
| Table 5.1 | API 610..... | 95 |
| Tabel 5.2 | Pompa dari <i>Vendor</i> | 95 |
| Tabel 5.3 | Spesifikasi material | 96 |
| Tabel 5.4 | <i>Line list Base Oil Line</i> | 102 |
| Tabel 6.1. | Conversion Unit..... | 110 |
| Tabel 6.2. | <i>Data Input Piping</i> | 111 |
| Tabel 6.3. | <i>Data Input Piping</i> (Lanjutan)..... | 112 |
| Tabel 6.4. | Analisis <i>High Stresses Summary</i> sebelum modifikasi..... | 115 |
| Tabel 6.5. | Analisis <i>High Stresses Summary</i> sebelum modifikasi (Lanjutan) | 116 |
| Tabel 6.6. | Penambahan <i>support</i> | 117 |
| Table 6.7. | Analisis <i>High Stresses Summary</i> setelah modifikasi | 119 |
| Tabel 6.8. | Analisis <i>High Stresses Summary</i> setelah modifikasi | |

| | | |
|-------------|--|-----|
| | (Lanjutan) | 120 |
| Tabel 6.9. | Beban pada <i>nozzle</i> menurut <i>Allowable API 610</i> | 121 |
| Tabel 6.10. | Data beban pada <i>nozzle</i> menurut <i>Allowable API 610</i> (Lanjutan) | 122 |
| Tabel 6.11. | Data beban pada <i>nozzle</i> menurut <i>Allowable Vendor</i> | 123 |
| Tabel 6.12. | Data beban pada <i>nozzle</i> menurut <i>Allowable Vendor</i> (Lanjutan) | 124 |
| Tabel 6.13. | Tabel data <i>flange</i> node 390..... | 125 |
| Tabel 6.14. | Tabel data <i>flange</i> node 390 (Lanjutan)..... | 126 |
| Tabel 6.15. | Tabel data <i>flange</i> node 390..... | 126 |
| Tabel 6.16. | Tabel data <i>flange</i> node 390 (Lanjutan)..... | 127 |
| Table 6.17. | Ringkasan kebocoran <i>flange</i> | 129 |
| Table 7.1 | Hasil gaya dan momen maksimum menurut <i>allowable API</i> | 130 |
| Table 7.2 | Hasil gaya dan momen maksimum menurut <i>allowable vendor</i> | 130 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1. Kurva tegangan – regangan untuk baja karbon | 6 |
| Gambar 2.2. Diagram $\sigma - \varepsilon$ | 7 |
| Gambar 2.3. Spesimen uji tarik | 8 |
| Gambar 2.4. Momen lentur | 9 |
| Gambar 2.5. Gaya geser tunggal | 10 |
| Gambar 2.6. Batang silindris dengan beban puntiran | 11 |
| Gambar 2.7. Hubungan antara beberapa disiplin ilmu | 13 |
| Gambar 2.8. Sambungan pada pipa | 16 |
| Gambar. 2.9. Elemen mesin yang diberi gaya tarik | 18 |
| Gambar. 2.10. Elemen tegangan – regangan pada kondisi 3 dimensi..... | 18 |
| Gambar. 2.11. Elemen tegangan - regangan pada kondisi 2 dimensi | 19 |
| Gambar. 2.12. Lingkaran mohr | 19 |
| Gambar 2.13. Kurva maksimum <i>range</i> dari tegangan | 22 |
| Gambar 2.14. Profil beban angin..... | 26 |
| Gambar 2.15. Profil beban gempa..... | 27 |
| Gambar 2.16. <i>Relief valve</i> | 28 |
| Gambar 2.17. Profil beban <i>water</i> atau <i>fluid hammer</i> | 29 |
| Gambar 2.18. Momen <i>inplane</i> dan <i>outplane</i> pada suatu <i>tee</i> | 32 |
| Gambar 2.19. <i>Coordinate system</i> untuk gaya dan momen pompa sentrifugal | 38 |
| Gambar 3.1. Jenis-jenis elbow | 54 |
| Gambar 3.2. Flange jenis WN (<i>Welding Neck</i>)..... | 55 |
| Gambar 3.3. Flange jenis SO (<i>Slip-On</i>) | 55 |
| Gambar 3.4. Flange <i>lap joint</i> | 56 |
| Gambar 3.5. Bagian-bagian katup..... | 64 |
| Gambar 3.6. Penyangga pipa struktur | 67 |
| Gambar 3.7. Penyangga pipa kaki bebek (<i>Duck Foot</i>)..... | 68 |
| Gambar 3.8. Penyangga pipa <i>bracket</i> | 68 |
| Gambar 3.9. Pembaringan pipa (<i>Pipe Sleeper</i>) | 69 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 3.10. Pipe <i>Hanger</i> | 69 |
| Gambar 3.11. Standar alat penggantung pipa..... | 67 |
| Gambar 3.12. Penyangga pipa..... | 70 |
| Gambar 3.13. Piping and instrumentation diagram..... | 71 |
| Gambar 3.14. Piping and instrument diagram (P & ID) | 73 |
| Gambar 3.15. Isometrik (jenis garis ganda) | 75 |
| Gambar 3.16. Isometrik (jenis garis tunggal)..... | 76 |
| Gambar 4.1. New file | 82 |
| Gambar 4.2. Make new unit files | 82 |
| Gambar 4.3. Unit files maintenance..... | 83 |
| Gambar 4.4. Input pemulai pemodelan desain | 83 |
| Gambar 4.5. Bend jenis elbow | 84 |
| Gambar 4.6. Bend pada <i>spreadsheet</i> | 85 |
| Gambar 4.7. Valve dan flange pada <i>Spreadsheet</i> | 85 |
| Gambar 4.8. Reducer pada <i>Spreadsheet</i> | 86 |
| Gambar 4.9. SIF atau tee pada <i>spreadsheet</i> | 86 |
| Gambar 4.10. Restraint pada <i>Spreadsheet</i> | 87 |
| Gambar 4.11. Load case | 89 |
| Gambar 4.12. Error checking | 90 |
| Gambar 4.13. Static output processor | 90 |
| Gambar 4.14. Static output reports..... | 91 |
| Gambar 5.1. Diagram alir..... | 92 |
| Gambar 5.2. Diagram alir pemeriksaan beban <i>nozzle</i> dan kebocoran <i>flange</i> | 93 |
| Gambar 5.3. <i>Isometric drawing</i> | 97 |
| Gambar 5.4. <i>Piping material spesification</i> OB-89830/OB-89833-117-1 | 98 |
| Gambar 5.5. <i>Piping material spesification</i> OB-89830/OB-89833-117-1 | 99 |
| Gambar 5.6. <i>Piping material spesification</i> OB-89834/OB-89835-117-1 | 100 |
| Gambar 5.7. <i>Piping material spesification</i> OB-89834/OB-89835-117-1 | 101 |
| Gambar 5.8. <i>Strainer</i> | 103 |
| Gambar 5.9. <i>Pressure valve</i> | 104 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 5.10. Gaya reaksi <i>relief valve</i> jalur 151490..... | 105 |
| Gambar 5.11. Gaya reaksi <i>relief valve</i> jalur 11470..... | 106 |
| Gambar 6.1. Penodalan <i>Isometric Drawing</i> | 109 |
| Gambar 6.2. Visualisasi Pemodelan Desain <i>Base Oil Project</i> | 113 |
| Gambar 6.3. Visualisasi kondisi existing desain <i>base oil project</i> | 117 |
| Gambar 6.4. Visualisasi pemodelan desain <i>base oil project</i> sebelum dimodifikasi | 118 |
| Gambar 6.5. Visualisasi pemodelan desain <i>base oil project</i> setelah dimodifikasi | 118 |
| Gambar 6.4. Visualisasi kondisi existing desain <i>base oil project</i> setelah dimodifikasi | 119 |

NOTASI

| | | | |
|-------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Simbol | Keterangan | S_b | Bending Stress |
| r | Jarak Serat Dari Sumbu | S_c | Allowable Stress Pada Suhu |
| ..... | Netral | ..... | Dingin |
| g | Kostanta Gravitasi | S_h | Allowable Stress Pada Suhu |
| h | Bend Characteristic | ..... | Panas |
| i | SIF (Stress Intensification | S_t | Torsional Stress |
| ..... | Factor) | S_A | Allowable Stress Range |
| k | Flexibility Factor | S_B | Resultant Bending Stress |
| l | Panjang | S_E | Computed Maximum Stress |
| m | Massa | ..... | Range |
| r | Jari-jari | S_u | Ultimate Tensile Strength |
| r_i | Jari-jari Dalam | T | Temperatur |
| r_o | Jari-jari Luar | U | Energi, Kecepatan |
| r_m | Mean Radius | V | Volume |
| t | Tebal | Y | Resultant Expansion, |
| w | Lebar. Berat Beban | ..... | Yield Stress |
| x,y,z | Axis Koordinat | Z | Section Modulus |
| A | Luas Permukaan | ΔT | Perubahan Suhu |
| B | Kostanta Material | ΔL | Perubahan Panjang |
| C | Konstan, Cold Spring | α | Koefisien Muai, Sudut |
| ..... | Factor | δ | Defleksi |
| D_i | Diameter Dalam | ε | Regangan Normal |
| D_o | Diameter Luar | θ | Sudut |
| E | Modulus Elastisitas Young | ν | Poisson's Ratio |
| E_c | Modulus Elastisitas Young | ρ | Densitas |
| ..... | Pada Suhu Dingin | σ | Tegangan Normal |
| E_h | Modulus Elastisitas Young | σ_t | Tegangan Normal Akibat |
| ..... | Pada Suhu Panas | ..... | Gaya Tarik/Tekan |
| F | Gaya | σ_L | Tegangan Normal Akibat |
| G | Shear Modulus | ..... | Momen Lentur |
| I | Inersia Penampang | $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ | Tegangan Utama |
| I_p | Inersia Polar | τ | Tegangan Geser |
| L | Panjang | τ_s | Tegangan Geser Akibat |
| M | Momen | ..... | Gaya Geser |
| M_b | Bending Momen | τ_p | Tegangan Geser Akibat |
| M_t | Torsional Momen | ..... | Momen Torsi |
| N | Number of Cycle | | |
| R | Jari-jari, Rasio | | |
| S | Tegangan, Tegangan Lelah | | |

Simbol Keterangan

**PENENTUAN TEGANGAN, BEBAN NOZZLE POMPA DAN
KEBOCORAN FLANGE DENGAN
SOFTWARE CAESAR II VERSI 5.00 DISUATU BASE OIL PROJECT
PADA JALUR PIPA OB-89830/OB-89833/OB-89834/OB-89835-117-1
(STUDI KASUS PADA PELATIHAN PIPE STRESS ANALYSIS
DI PT. APGREID, JAKARTA)**

INTISARI

Analisa tegangan pipa adalah suatu metode terpenting untuk meyakinkan dan menetapkan secara numerik bahwa sistem perpipaan dalam engineering aman. Jalur pipa kritis yang telah dianalisis dan aman dari tegangan berlebih, belum tentu sistem instalasi perpipaan tersebut tidak bermasalah, namun harus diperiksa lagi beban-beban pada *nozzle equipment* dan *flange*. Pada penelitian ini dilakukan penentuan tegangan, beban *nozzle* dan kebocoran *flange* yang ada pada jalur pipa *LINES NUMBER* OB-89830/OB-89833/OB-89834/OB-89835-117-1.

Analisis dilakukan dengan cara memodelkan sistem perpipaan *Base Oil Project* pada *software Caesar II* Versi 5.00 dengan memasukkan data-data sistem instalasi, seperti beban statis dan dinamis. Analisis tegangan pipa dilakukan berdasarkan kode ANSI B31.3. Selanjutnya melakukan analisis kebocoran *flange* berdasarkan tekanan ekuivalen serta beban *nozzle equipment* berdasarkan *Allowable API 610* dan *Vendor*.

Setelah dilakukan analisis tegangan dapat disimpulkan terjadi *over stress* pada *loadcase 4* pada node 20 rasionya sebesar 300.16% . Setelah dimodifikasi tidak terjadi *over stress*, rasionya menjadi 40.52%. Modifikasi dilakukan dengan cara menambahkan *support* pada node 75, 175, 210, 265, 290, 310, 350, 445. *Flange* tidak mengalami kebocoran, karena rasio tertinggi *flange* berada pada node 390 *loadcase 18* sebesar 8,84%. Beban *nozzle* yang terjadi terhadap gaya dan momen pada sistem perpipaan masih memenuhi *allowabe API 610* dan *Vendor*.

Kata Kunci : *Caesar II* versi 5.00, *Sistem perpipaan*, *Beban Nozzle Equipment*, *Analisis kebocoran flange*.